Iranian Journal of Animal Science Research
Homepage: http://ijasr.um.ac.ir

Research Article
Vol. 17, No.1, 2025, p. 35-48

Effects of Supplementation of Synbiotic (DiPro Plus) on Growth Performance, Health Status, Skeletal parameters and Blood Parameters in Holstein Suckling Calves

Vahid Vahedi[1]*, Mehrab Hamdam[2], Taher Yalchi[3], Sayyad Seifzadeh[4]

1, 2, 3- Associate Professor, Gradated M.Sc., and Associate Professor, Department of Animal Science, Moghan College of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
4- Ph.D. Graduate, Department of Animal Science, College of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
*Corresponding Author's Email: vahediv@uma.ac.ir

Received: 15-10-2024 Revised: 26-11-2024 Accepted: 07-12-2024 Available Online: 07-12-2024	**How to cite this article:** Vahedi, V., Hamdam, M., Yalchi, T., & Seifzadeh, S. (2024). Effects of supplementation of synbiotic (DiPro Plus) on growth performance, health status, skeletal parameters and blood parameters in Holstein suckling calves. *Iranian Journal of Animal Science Research*, *17*(1), 35-48. (in Persian with English abstract). http://doi.org/10.22067/IJASR.2024.90255.1218

Introduction: Prior to weaning, dairy calves are vulnerable to various pathogens and nutritional challenges. For many years, antibiotics have been employed to address these issues while also providing economic advantages by enhancing calf performance and lowering medication expenses. However, the use of antibiotics in livestock management is under scrutiny due to concerns about microorganisms developing antibiotic resistance. To eliminate antibiotics from animal feed, numerous alternatives have been suggested, including probiotics, prebiotics, and Synbiotics. Prebiotics and probiotics, along with their combinations, can serve as alternatives to treat gastrointestinal tract (GIT) disorders and enhance the host's immune system. Prebiotics are non-digestible oligo-and polysaccharides that cannot be broken down by digestive enzymes, allowing gut microbes to utilize them for growth and development. Common prebiotics, such as oligosaccharides and dietary fibers, are employed for their health benefits. Oligosaccharides may also play a role in regulating rumen fermentation by raising protein and volatile fatty acid levels while lowering ammonia nitrogen. Probiotics, which are beneficial live microorganisms, help protect the GIT from pathogens and encourage the production of substances that combat these harmful microbes. Recently, probiotics have been recognized for their ability to improve animal health, growth performance, nutrient digestibility, gut microbial balance, and immune responses. Synbiotics, a combination of prebiotics and probiotics, may offer synergistic health benefits, improving the survival and colonization of beneficial microorganisms in the GIT more effectively than either prebiotics or probiotics alone. However, there is a lack of research on the impact of synbiotic supplementation on suckling calves. Therefore, the present study was carried out to investigate the effect of synbiotic DiPro Plus on growth performance, health status and some blood parameters of Holstein suckling calves.

http://doi.org/10.22067/IJASR.2024.90255.1218

Materials and Methods: This study was conducted in Animal Husbandry dairy herd of Moghan Agro-Industrial (Parsabad, Ardabil province, Iran). Thirty-two newborn Holstein calves with an average age of 1 to 5 days and an average weight of 37±1 kg were randomly divided into four experimental groups in a completely randomized design (8 calves / group) for 63 days. The experimental treatments include: 1) Basal diet without additives, 2) Basic diet with 1.5 g of synbiotic per day, 3) Basic diet with 3 g of synbiotic per day, 4) Basic diet with 4.5 g of synbiotic per day. The diet containing feed and milk was given at two times a day i.e. in the morning (8:00 am) and evening (18:00 pm). Daily feed intake (DFI) was measured by measuring daily feed offered and refusal. Body weight change was determined on 42 and 63 of experimental period before the morning feeding. The morphometric measurements related to skeletal growth in calves were taken at birth, 42 days, and at the end of the study using a tape measure. Blood samples were taken from all calves from jugular veins puncture on the 30 and 63th of trial to measure blood metabolites concentrations. The fecal scores and overall health status of the calves were assessed daily according to the rating system developed by the University of Wisconsin (Health Score Chart, Wisconsin). In this system, a score of zero was assigned for optimal health and fecal condition, while a score of three indicated the worst health and fecal quality. Statistical analysis was performed based on ANOVA, general linear model procedure by SAS software.

Results and Discussion: The results showed that the addition of 4.5 g of synbiotic in the milk of sckuling calves increased the final weight and average daily gain compared to the control group ($P < 0.05$). The feed conversion ratio was not affected by different synbiotic levels. At the end of the experiment, the calves receiving synbiotic had greater height from the withers and body length compared to the control group ($P < 0.05$), but Heart girth and hip width were not affected by different levels of symbiotic ($P > 0.05$). Calves receiving 3 and 4.5 g of synbiotic in milk caused a significant increase in glucose and total protein concentration compared to 1.5 g of synbiotic and the control group on day 35 and 63 ($P < 0.05$). But the concentration of triglyceride could not be affected by different levels of synbiotic. The results showed that the use of 4.5 g of synbiotic improved the feces consistency compared to the control group, and the health condition of the calves receiving synbiotic was better than the control group ($P < 0.05$).

Supplementing with synbiotics is an important strategy for enhancing growth and mitigating the adverse effects associated with raising calves. Synbiotics are recognized for their positive influence on feed intake, growth performance, and gastrointestinal health. Our results demonstrated a favorable impact on nutrient consumption, average daily gain, and a decrease in fecal scores. The findings of this study indicated that synbiotic formulations significantly influenced the daily weight gain of calves by positively affecting the beneficial microbiota in the gastrointestinal tract, leading to improved nutrient absorption and, consequently, better growth rates. In conclusion, the findings of this study indicate that 4.5 g of Synbiotic (DiPro Plus) as fermented milk was beneficial in terms of average daily gain, average daily gain, and reduced faecal score and diarrhea incidence. Additionally, suckling calves showed improvements in Withers height Abd body length. However, further research is required to fully understand the fundamental aspects of future synbiotics research on structure and gut microbiota, as well as host-microbe relationship. Similarly, there is a need to investigate the feasibility of developing a commercial synbiotic formulation for use as prophylaxis in pre-ruminant calves.

Conclusion: In summary, the supplementation of 4.5 g of synbiotic in the diet of suckling calves provided benefits in terms of feed intake, average daily gain, reduced fecal scores, and decreased incidence of diarrhea. But the feed conversion ratio of suckling calves was not significantly affected by supplementation of synbiotic. Additionally, suckling calves exhibited improvements in withers height and body length. However, further research is needed to comprehensively understand the essential aspects of future synbiotic studies, particularly regarding the structure and gut microbiota, as well as the host-microbe relationship.

Keywords: Blood metabolites, Growth performance, Suckling calves, Synbiotic

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران

Homepage: http://ijasr.um.ac.ir

مقاله پژوهشی

جلد ۱۷، شماره ۱، بهار ۱۴۰۴، ص. ۴۸-۳۵

اثرات تغذیه سین‌بیوتیک دی پرو پلاس بر عملکرد رشد، وضعیت سلامت، شاخص‌های اسکلتی و فراسنجه‌های خونی در گوساله‌های شیرخوار هلشتاین

وحید واحدی[1]*، محراب همدم[2]، طاهر یلچی[3]، صیاد سیف زاده[4]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۲۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۱۷

چکیده

هدف از مطالعه حاضر، بررسی اثرات تغذیه سین‌بیوتیک دی پرو پلاس بر عملکرد رشد، وضعیت سلامت و برخی از فراسنجه‌های خونی در گوساله-های شیرخوار هلشتاین بود. تعداد ۳۲ رأس گوساله شیرخوار با میانگین سنی یک الی پنج روز و میانگین وزنی ۱±۳۷ کیلوگرم در آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تیمار و هشت تکرار به‌مدت ۶۳ روز مورد استفاده قرار گرفتند. تیمارهای آزمایشی شامل ۱- جیره پایه بدون افزودنی، ۲- جیره پایه به همراه ۱/۵ گرم سین‌بیوتیک در روز، ۳- جیره پایه به همراه سه گرم سین‌بیوتیک در روز و ۴- جیره پایه به همراه ۴/۵ گرم سین‌بیوتیک در روز بودند. نتایج نشان داد که افزودن ۴/۵ گرم سین‌بیوتیک در شیر گوساله‌های شیرخوار، وزن نهایی و میانگین افزایش وزن روزانه را در مقایسه با گروه شاهد افزایش داد (P< ۰/۰۵). در کل دوره پرورشی، مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفتند. ارتفاع از جدوگاه و طول بدن در گوساله‌های دریافت‌کننده ۴/۵ گرم سین‌بیوتیک نسبت به گروه شاهد بیشتر بود (P< ۰/۰۵). امّا صفات دور سینه و عرض لگن تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفت. گوساله‌های دریافت‌کننده ۳ و ۴/۵ گرم سین‌بیوتیک، غلظت گلوکز خون بیشتری نسبت به گروه شاهد نشان دادند (P< ۰/۰۵). استفاده از سطوح مختلف سین‌بیوتیک سبب بهبود قوام مدفوع، ترشحات چشمی و امتیاز گوش در مقایسه با گروه شاهد شد (P< ۰/۰۵). به‌طور کلی نتایج نشان داد که استفاده از ۴/۵ گرم سین‌بیوتیک دی پرو پلاس در شیر سبب بهبود عملکرد رشد و وضعیت سلامتی در گوساله‌های شیرخوار شد.

واژه‌های کلیدی: سین‌بیوتیک، عملکرد رشد، فراسنجه‌های خونی، گوساله شیرخوار

مقدمه

گوساله‌های شیری برای تضمین سلامت و تولید بهتر در آینده به یک رژیم غذایی متعادل و مدیریت مناسب نیاز دارند. دستگاه گوارش این گوساله‌ها قبل از تولد استریل است، امّا پس از زایمان به‌وسیله میکروب‌های موجود در محیط و کانال زایمان آلوده می‌شود. ریزجانداران موجود در دستگاه گوارش گوساله‌های تازه متولدشده به تغییرات رژیم غذایی، شرایط محیطی، بیماری و تنش که روی فلور میکروبی تأثیر می‌گذارند، بسیار حساس هستند. این دستگاه به‌عنوان اندام اصلی جذب مواد مغذی عمل کرده و تا زمانی‌که سلول‌های سیستم ایمنی به‌طور کامل توسعه نیابند، به‌عنوان اولین خط دفاعی بدن عمل می‌کند (Uyeno *et al.*, 2015). تخمین زده می‌شود که حدود ۲۰ درصد از تلفات گوساله در گله‌ها، می‌تواند درآمد خالص را تا ۴۰ درصد کاهش دهد. بروز اسهال قبل از شیرگیری، علت اصلی مرگ‌ومیر گوساله‌ها در پرورش گاو شیری به‌شمار می‌رود (Caffarena *et al.*, 2021). در پرورش دام‌های اهلی همچون گاو و گوسفند، آنتی‌بیوتیک‌ها به‌طور سنتی برای پیشگیری و درمان عفونت‌های گوارشی و همچنین بهبود بازده خوراک مصرفی استفاده می‌شود، امّا استفاده بی‌رویه از این داروها منجر به ایجاد باکتری‌های مقاوم به آنتی‌بیوتیک شده و عواقب بلندمدتی به همراه داشته و

۱، ۲ و۳- به‌ترتیب دانشیار، دانش آموخته کارشناسی ارشد و دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی مغان، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۴ – دانش آموخته دکتری، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

(*- نویسنده مسئول: (Email:vahediv@uma.ac.ir

http://doi.org/10.22067/IJASR.2024.90255.1218

همچنین میکروفلور سالم دستگاه گوارش را تخریب می‌کند. بنابراین، برای تولید محصولات دامی سالم، مصرف این مواد از سوی اتحادیه اروپا ممنوع شد. پس از اعمال این ممنوعیت در بسیاری از کشورهای جهان، توجه زیادی به یافتن جایگزین‌های مناسبی برای این ترکیبات جلب شده است (Andremont *et al.*, 2021).

پری‌بیوتیک‌ها و پروبیوتیک‌ها، و همچنین ترکیب آن‌ها، می‌توانند به‌عنوان جایگزینی برای درمان بیماری‌های گوارشی و تقویت عملکرد سیستم ایمنی میزبان مورد استفاده قرار گیرند. پری‌بیوتیک‌ها، الیگومرهایی هستند که توسط آنزیم‌های گوارشی قابل متابولیزه نیستند و بنابراین می‌توانند به‌عنوان منبع غذایی برای میکروب‌های روده‌ای جهت تسریع رشد و تکامل آن‌ها مورد استفاده قرار گیرند (Azad *et al.*, 2020). آن‌ها با محافظت از دیواره‌های روده در برابر عوامل بیماری‌زا و کاهش گسترش میکروب‌ها در دستگاه گوارش، موجب تقویت رشد و فعالیت باکتری‌های مفید می‌شوند (Markowiak and Slizewska, 2017). سوبستراهای کربوهیدراتی مانند الیگوساکاریدها و الیاف‌های خوراکی، رایج‌ترین پری‌بیوتیک‌ها برای بهبود سلامت محسوب می‌شوند. در پژوهشی، مکمل الیگوساکاریدها (سلوالیگوساکارید) با بهبود تخمیر شکمبه و افزایش سطح پروپیونات و همچنین اسیدهای چرب کل در دوره پس از شیرگیری، باعث بهبود بازدهی خوراک گوساله‌ها شد (Hasunuma *et al.*, 2011). علاوه‌براین، الیگوساکاریدها ممکن است با افزایش سطح پروتئین و اسیدهای چرب فرار شکمبه و کاهش نیتروژن آمونیاکی، مفید واقع شوند (Li *et al.*, 2018). در آزمایشی، استفاده از گالاکتیکولیگوساکاریدها به بهبود بازدهی خوراک، افزایش لیپوپروتئین با چگالی بالا در سرم خون و کاهش بروز اسهال در گوساله‌های شیری منجر شد (Chang *et al.*, 2022).

پروبیوتیک‌ها، ریزجانداران زنده مفیدی هستند که از دستگاه گوارش در برابر عوامل بیماری‌زا محافظت کرده و تولید مواد ضدباکتری را برای مقابله با این عوامل تحریک می‌کنند. اخیراً پروبیوتیک‌ها به‌منظور بهبود سلامت حیوانات، عملکرد رشد، قابلیت هضم مواد مغذی، تعادل میکروبی روده و پاسخ‌های ایمنی پیشنهاد شده‌اند (Sato *et al.*, 2020). همچنین، شواهد نشان می‌دهد که پروبیوتیک‌ها با تقویت پاسخ ایمنی میزبان از طریق ترشح ایمنوگلوبولین A، اینترلوکین‌ها و حذف رقابتی باکتری‌های مضر، به بهبود جمعیت میکروبی مفید در حیوانات کمک می‌کنند (Kober *et al.*, 2022). در مطالعه‌ای، پروبیوتیک *لاکتوباسیلوس* توانست تولید سیتوکین‌های ضدالتهابی را تحریک کند، پاسخ ایمنی را تنظیم نماید و به بهبود عملکرد رشد و قابلیت هضم مواد مغذی کمک کند، همچنین تنش را در گوساله‌ها کاهش دهد (Zhang *et al.*, 2016). در مطالعه‌ای دیگر، مکمل پروبیوتیک موجب کاهش باکتری اشریشیا شد و به افزایش فلور میکروبی طبیعی از جمله باکتری‌های اسید لاکتیک و جمعیت بیفیدوباکتریوم کمک کرد (Khaziakhmetov *et al.*, 2020). وانگ و همکاران (Wang *et al.*, 2022) گزارش کردند که افزودن مخلوطی از پروبیوتیک‌ها (شامل *لاکتوباسیل پلانتاروم*، *پدیوکوکوس اسیدی لاکتیسی*، *پدیوکوکوس پنتوساسئوس* و *باسیلوس سوبتیلیس*) به جیره گوساله‌ها موجب بهبود تخمیر شکمبه، ایمنی و وضعیت سلامت آن‌ها شد و امتیاز مدفوع را در سن سه هفتگی کاهش داد.

سین‌بیوتیک‌ها ترکیبی از پری‌بیوتیک‌ها و پروبیوتیک‌ها هستند که باعث بهبود بقاء و کلون‌سازی ریزجانداران مفید در دستگاه گوارش می‌شوند. استفاده از این ترکیبات در جیره برای سلامت میزبان مفیدتر از پروبیوتیک‌ها یا پری‌بیوتیک‌ها می‌باشند. ترکیب پری‌بیوتیک اینولین و پروبیوتیک *انتروکوکوس فاسیوم* می‌تواند رشد و عملکرد شکمبه پس از تولد را بهبود بخشد (Arne and Ilgaza, 2021). همچنین مخلوط پری‌بیوتیک اینولین و پروبیوتیک *ساکارومایسس سرویزیه*، رشد شکمبه و سیستم گوارشی گوساله‌های دورگ نژاد هلشتاین را بهبود بخشید (Jonova *et al.*, 2021). با توجه به موارد ذکرشده می‌توان سین بیوتیک‌ها را به‌عنوان جایگزینی برای آنتی-بیوتیک‌ها در پرورش گوساله‌های شیرخوار استفاده کرد و عملکرد رشد و سلامتی گوساله‌ها را بهبود داد. بنابراین، هدف از این مطالعه، بررسی اثرات تغذیه سین‌بیوتیک دی پرو پلاس بر عملکرد رشد، وضعیت سلامت و برخی فراسنجه‌های خونی در گوساله‌های شیرخوار هلشتاین بود.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از اردیبهشت تا تیر ماه ۱۴۰۲ در مجتمع دامپروری شرکت کشت و صنعت مغان واقع در شهرستان پارس‌آباد استان اردبیل صورت پذیرفت. بدین منظور از ۳۲ رأس گوساله هلشتاین تازه متولدشده با میانگین سنی یک الی پنج روز و میانگین وزنی ۱±۳۷ کیلوگرم با چهار تیمار و هشت تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی به‌مدت ۶۳ روز استفاده گردید. تیمارهای آزمایشی شامل ۱- جیره پایه بدون افزودنی، ۲- جیره پایه به همراه ۱/۵ گرم سین‌بیوتیک در روز، ۳- جیره پایه به همراه سه گرم سین‌بیوتیک در روز و چهار) جیره پایه به همراه ۴/۵ گرم سین‌بیوتیک در روز بودند. سین بیوتیک مورد استفاده محصول تجاری شرکت تک ژن زیست از نوع پودری با نام تجاری دی پرو پلاس (DiPro Plus) بود. بخش پروبیوتیک این محصول شامل *باسیلوس سوبتیلیس*، *باسیلوس لیکنی فورمیس*، *پدیوکوکوس اسیدی لاکتیسی*، *لاکتوباسیلوس پاراکازئی*، *لاکتوباسیلوس برویس* و *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* به‌میزان CFU/g $4/5\times10^{8}$ و بخش پری بیوتیک آن از مانان اولیگوساکارید تشکیل شده است. گوساله‌ها در ۲۴ ساعت اول پس از تولد، از مادران خود

جدا شده و ضدعفونی ناف با محلول تنتورید انجام گرفت و پس از وزن‌کشی به جایگاه‌های انفرادی به اندازه ۲ × ۱ متر در محل گوساله‌دانی منتقل شدند. سپس با چهار لیتر آغوز در دو نوبت و در هشت ساعت اولیه تولد تغذیه شدند. دادن آغوز برای دو روز دیگر بر مبنای ۱۰ درصد وزن بدن ادامه یافت. تا هنگام شیرگیری، الگوی تغذیه شیر برای تیمارها یکسان و به‌صورت الگوی کاهشی تدریجی (چهار لیتر تا ۱۴ روزگی، شش لیتر تا ۵۵ روزگی و ذو لیتر تا ۶۳ روزگی) بود. همه گوساله‌ها در روز ۶۳ آزمایش از شیر گرفته شدند. شیردهی به گوساله‌ها روزانه در دو نوبت (ساعت ۸ صبح و ساعت ۱۸) انجام شد. استارتر از روز چهارم پس از تولد به‌صورت آزاد در اختیار گوساله قرار گرفت. آب آشامیدنی نیز همراه با استارتر از روز چهارم تولد به‌صورت مصرف آزاد در اختیار گوساله‌ها قرار گرفت. مقدار ۱۰ درصد یونجه خشک از روز ۲۰ پس از تولد به‌صورت خردشده در اندازه قطعات ۱-۲ سانتی‌متر به جیره استارتر گوساله‌ها اضافه شد. شاخ-سوزی گوساله‌ها بعد از سن دو هفتگی انجام شد. آب آشامیدنی نیز همراه با استارتر از روز چهارم تولد به‌صورت مصرف آزاد در اختیار گوساله‌ها قرار گرفت. جیره‌های آزمایشی و ترکیب شیمیایی آن‌ها در جدول ۱ گزارش شده است.

در طول ۶۳ روز دوره آزمایشی، خوراک مصرفی انفرادی گوساله‌ها به‌صورت روزانه اندازه‌گیری شد. برای انجام این کار، مقدار خوراک اختصاص داده‌شده به هر گوساله به‌صورت روزانه ثبت و باقی‌مانده خوراک نیز در روز بعد جمع‌آوری و توزین شد. مقدار خوراک مصرفی با کسر خوراک اختصاص داده‌شده و خوراک باقی‌مانده به‌دست آمد. گوساله‌ها هر دو هفته یک بار با اعمال محرومیت قبلی ۱۲ ساعت از آب و خوراک جهت جلوگیری تغییرات وزن، وزن‌کشی شدند. گزارش وزن گوساله‌ها به‌صورت وزن اولیه، وزن نهایی و مقدار افزایش وزن روزانه بود. بازدهی خوراک نیز در انتهای دوره به‌صورت نسبت افزایش وزن روزانه تقسیم بر مقدار ماده خشک کل مصرفی (استارتر + شیر) محاسبه شد (Ansari *et al.*, 2024). فراسنجه‌های مربوط به رشد اسکلتی گوساله‌ها شامل ارتفاع از جدوگاه، طول بدن، دور سینه و عرض لگن در روزهای تولد، ۴۲ روزگی و نیز در انتهای آزمایش با استفاده از متر نواری اندازه‌گیری شدند (Vahedi *et al.*, 2022). نمونه‌برداری از خون در روزهای ۳۰ و ۶۳ آزمایشی از سیاهرگ وداجی گوساله‌ها انجام شد. نمونه‌ها بلافاصله بعد از خون‌گیری به آزمایشگاه منتقل و به‌مدت ۱۵ دقیقه سانتریفوژ (با سرعت ۳۵۰۰ دور در دقیقه) شد. نمونه‌های سرم با استفاده از سمپلر جدا شده و تا زمان اندازه‌گیری در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. فراسنجه‌های خونی شامل گلوکز، کلسترول، تری‌گلیسیرید، پروتئین کل و نیتروژن اوره‌ای خون با استفاده از کیت‌های آزمایشگاهی (شرکت پارس آزمون، ایران) و با کمک دستگاه اتوآنالایزر (مدل BS-120، ساخت کشور آلمان) اندازه‌گیری شد. بررسی قوام مدفوع و وضعیت سلامت گوساله‌ها (وضعیت قرار گرفتن گوش‌ها، ترشحات چشم، ترشحات بینی و تنفس) روزانه و براساس روش معرفی‌شده توسط دانشگاه ویسکانسین انجام شد (چارت اسکور سلامتی، ویسکانسین). به بهترین وضعیت سلامت و قوام مدفوع امتیاز صفر و به بدترین وضعیت سلامت و مدفوع امتیاز سه داده شد. داده‌های به‌دست‌آمده در این آزمایش، ابتدا در نرم‌افزار اکسل مرتب‌سازی، سپس تجزیه‌وتحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۲ و رویه GLM انجام شد. اثر تیمار به‌عنوان اثر ثابت و وزن اولیه به‌عنوان متغیر کمکی در نظر گرفته شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش LSMEANS صورت گرفت و سطح احتمال پنج درصد به‌عنوان سطح معنی‌داری منظور گردید. معادله مدل آماری مورد استفاده $Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$ بود که در آن، Y_{ij}: متغیر وابسته، μ: میانگین هر یک از مشاهدات، T_i: اثر تیمار و e_{ij}: اثر اشتباه آزمایشی است.

نتایج و بحث

عملکرد رشد

نتایج مربوط به اثر سطوح مختلف سین‌بیوتیک بر عملکرد رشد گوساله‌های شیرخوار در جدول ۲ ارائه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، افزودن ۴/۵ گرم سین‌بیوتیک، وزن نهایی بدن گوساله‌های شیرخوار را در مقایسه با گروه شاهد و گوساله‌های دریافت‌کننده ۱/۵ گرم سین‌بیوتیک افزایش داد ($P < ۰/۰۵$). میانگین افزایش وزن روزانه در ۴۲ روزگی و همچنین در کل دوره پرورشی تحت تأثیر سطوح مختلف سین‌بیوتیک قرار گرفت، به‌طوری‌که افزودن ۴/۵ گرم سین‌بیوتیک در شیر، میانگین افزایش وزن روزانه گوساله‌ها را در مقایسه با گروه شاهد و گروه ۱/۵ گرم سین‌بیوتیک افزایش داد ($P < ۰/۰۵$). مصرف خوراک گوساله‌ها از ۴۲ الی ۶۳ روزگی آزمایش تحت تأثیر سین‌بیوتیک قرار گرفت، به‌طوری‌که گوساله‌های تغذیه‌شده با شیر حاوی ۴/۵ گرم سین‌بیوتیک، مصرف خوراک بالاتری نسبت به سایر گروه‌ها داشتند ($P < ۰/۰۵$)، امّا اختلاف معنی‌داری در مصرف خوراک گوساله‌ها در کل دوره پرورشی مشاهده نشد. ضریب تبدیل غذایی در گوساله‌ها تحت تأثیر سطوح مختلف سین‌بیوتیک قرار نگرفت (جدول ۲).

یافته‌های مطالعه حاضر نشان می‌دهد که سین‌بیوتیک با تأثیر مثبت بر سلامت و جمعیت میکروبی مفید دستگاه گوارش که نشان‌دهنده جذب بهتر مواد مغذی است، اثر معنی‌داری بر مصرف خوراک و افزایش وزن روزانه گوساله‌ها داشت. لوسی و همکاران (Lucey *et al.*, 2021) گزارش کردند که ترکیب مانان-الیگوساکارید و *باسیلوس سوبتیلیس*، میانگین افزایش وزن روزانه و وضعیت سلامتی گوساله‌ها را بهبود بخشید. همچنین، شارما و همکاران (Sharma *et al.*, 2023) در تحقیقی نشان دادند که استفاده از

سین‌بیوتیک (فروکتو الیگوساکارید + *لاکتوباسیل پلانتاروم*) در جیره گوساله‌های شیرخوار گاومیش تأثیر معنی‌داری بر میانگین افزایش وزن روزانه و مصرف خوراک داشت، که با یافته‌های این مطالعه هم‌خوانی دارد. زاپاتا و همکاران (Zapata *et al.*, 2021) نیز گزارش کردند که ترکیب پری‌بیوتیک‌ها و پروبیوتیک‌ها (*ساکارومایسس سرویزیه* + مانان الیگوساکارید)، هضم و تخمیر شکمبه را در بره‌های پرواری تغذیه‌شده با جیره‌های پرانرژی بهبود می‌بخشد. در یک پژوهش دیگر، تغذیه *ساکارومایسس سرویزیه* با تعادل محیط شکمبه، قابلیت هضم مواد مغذی را در گاوها افزایش داد (Estrada-Angulo *et al.*, 2021).

جدول ۱- جیره پایه و ترکیب شیمیایی جیره

Table1- Basal diet and chemical composition of die

اقلام خوراکی Feed ingredients	ماده خشک (٪) Dry matter (%)	ترکیبات شیمیایی Chemical composition	براساس ماده خشک Dry matter basis
ذرت Corn	40.5	ماده خشک (درصد) Dry matter (%)	90.7
جو Barley	14.0	پروتئین خام (درصد) Crude protein (%)	19.8
سبوس گندم Wheat bran	4.0	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (درصد) ADF (%)	15.7
کنجاله سویا Soybean meal	38.6	الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد) NDF (%)	29.4
نمک Salt	0.4	عصاره اتری (درصد) EE (%)	2.2
پودر صدف Shelf powder	1.0	کلسیم (درصدی) Calcium (%)	0.94
مخلوط ویتامینه[1] Vitamin premix[1]	0.5	فسفر (درصد) Phosphorus (%)	0.78
مخلوط معدنی[2] Mineral premix[2]	0.5	مس (میلی‌گرم در کیلوگرم) Copper (mg/kg)	20.0
سدیم بیکربنات Sodium bicarbonate	0.5	آهن (میلی‌گرم در کیلوگرم) Iron (mg/kg)	398.0

[1] مکمل ویتامین :ویتامین A، ۵۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی در کیلوگرم، ویتامین E، ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم، ویتامین D_3، ۱۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی در کیلوگرم.

[2] مکمل‌های معدنی: کلسیم ۱۹۵۰۰۰ میلی‌گرم، فسفر ۹۰۰۰۰ میلی‌گرم، منیزیم ۹۰۰۰۰ میلی‌گرم، سدیم ۵۵۰۰۰ میلی‌گرم، روی ۳۰۰۰ میلی‌گرم، آهن ۳۰۰ میلی‌گرم، منگنز ۲۰۰۰ میلی‌گرم، کبالت ۱۰۰ میلی‌گرم، سلنیوم ۱ میلی‌گرم، آنتی‌اکسیدان ۴۰۰ میلی‌گرم.

[1] Vitamin supplement: vitamin A 500,000 IU/kg; vitamin E 100 mg/kg; vitamin D_3 100,000 IU/kg.

[2] Mineral supplements: calcium 195,000 mg; phosphorus 90,000 mg; magnesium 90,000 mg; sodium 55000 mg; zinc 3000 mg; iron 300 mg; manganese 2000 mg; cobalt 100 mg; selenium 1 mg; antioxidant 400 mg.

در مطالعه‌ای، سین‌بیوتیک‌ها به بهبود عملکرد رشد و ترکیب میکروبی مدفوع به‌خصوص به‌دلیل افزایش قابلیت هضم جیره و بازده خوراک در بره‌های شیری کمک کرد. سین‌بیوتیک‌ها با محدود کردن رشد باکتری‌های مضر مانند *اشریشیاکلی*، امکان هضم و جذب بهتر مواد مغذی را در دستگاه گوارش فراهم کرده و با کاهش وقوع اسهال، احتمال خروج مواد غذایی به‌صورت هضم‌نشده را کاهش می‌دهند (Moarrab *et al.*, 2016). ژانگ و همکاران (Zhang *et al.*, 2019) نیز گزارش کردند که مکمل *لاکتوباسیلوس رامنوسوس* در جیره گوساله‌های شیرخوار، بهبود عملکرد رشد و افزایش غلظت کل اسیدهای چرب فرار، بوتیرات و پروپیونات در مایعات شکمبه نسبت به گروه شاهد را به همراه دارد، که این امر به‌دلیل تعدیل میکروب‌های شکمبه و روده است. علاوه‌براین، مصرف الیگوساکاریدها به‌عنوان پری‌بیوتیک می‌تواند موجب افزایش سطح هورمون رشد و انسولین شود، که این امر منجر به بهبود استفاده از اجزاء خوراک و افزایش عملکرد کلی رشد در دام‌ها خواهد شد (Tang *et al.*, 2005). افزایش تولید ویتامین‌های گروه B در شکمبه و بهبود فرآیندهای متابولیکی در روده ناشی از مصرف مکمل‌های پروبیوتیک می‌توانند به رشد بهتر حیوانات کمک کنند (Quigley *et al.*, 1997). تحقیقات استرادا و همکاران (Estrada-Angulo *et al.*, 2021) نشان دادند که استفاده از مکمل پروبیوتیک *ساکارومایسس سرویزیه* به همراه پری‌بیوتیک مانان- الیگوساکارید و بتا گلوکان، بر بازده خوراک و انرژی خالص جیره تأثیر مثبت دارد. ازآنجاکه این مکمل‌ها به‌تنهایی تأثیر قابل توجهی بر عملکرد رشد ندارند، ترکیب پروبیوتیک‌ها و پری‌بیوتیک‌ها اثر هم‌افزایی ایجاد کرده و منجر به بهبود بازده خوراک و مصرف انرژی می‌شود.

جدول ۲- اثرات سطوح مختلف سین‌بیوتیک بر عملکرد گوساله‌های شیرخوار هلشتاین

Table 2- Effects of different levels of Synbiotic on performance of Holstein suckling calves

صفات Traits	شاهد Control	۱/۵ گرم سین‌بیوتیک Synbiotic 1.5 g	۳ گرم سین‌بیوتیک Synbiotic 3 g	۴/۵ گرم سین‌بیوتیک Synbiotic 4.5 g	میانگین خطای استاندارد SEM	اثرات معنی‌داری P value
وزن تولد (کیلوگرم) Birth weight (kg)	36.62	36.75	37.00	37.87	1.02	0.822
وزن پایان دوره (کیلوگرم) End of period weight (kg)	69.62[b]	70.00[b]	74.50[ab]	87.79[a]	2.42	0.018
میانگین افزایش وزن روزانه (گرم در روز) Average daily gain (g/d)						
روز ۴۲ 42 d	431.2[b]	462.5[b]	525.0[ab]	581.2[a]	34.27	0.021
روز ۶۳ 63 d	815.3[b]	794.1[b]	848.1[ab]	1005.3[a]	59.54	0.073
۱ -۶۳ روزگی 1-63 d	523.7[b]	527.7[b]	595.1[ab]	792.7[a]	30.06	0.006
مصرف خوراک (گرم در روز) Feed intake (g/d)						
روز ۴۲ 42 d	311.7	331.3	335.1	389.7	25.43	0.18
روز ۶۳ 63 d	809.6[b]	819.1[b]	849.0[b]	970.8[a]	26.45	0.006
۱ -۶۳ روزگی 1-63 d	444.8	489.2	528.1	546.8	28.95	0.085
ضریب تبدیل غذایی Feed conversion ratio						
روز ۴۲ 42 d	0.74	0.72	0.65	0.68	0.05	0.682
روز ۶۳ 63 d	1.03	1.06	1.05	1.02	0.09	0.992
۱ -۶۳ روزگی 1-63 d	1.06	1.08	1.01	0.95	0.07	0.579

در هر ردیف میانگین‌های دارای حروف غیرمشترک از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌دار (P < ۰/۰۵) هستند.

In each row, means with different superscript letters are significantly (P < 0.05) different.

رشد اسکلتی

اثر مصرف سطوح مختلف سین‌بیوتیک بر فراسنجه‌های رشد اسکلتی گوساله‌های شیرخوار در جدول ۳ گزارش شده است. در ۴۲ و ۶۳ روزگی گوساله‌های دریافت‌کننده ۴/۵ گرم سین‌بیوتیک ارتفاع از جدوگاه بالاتری در مقایسه با گروه شاهد داشتند (P < ۰/۰۵). در پایان دوره آزمایش، گوساله‌هایی که ۴/۵ گرم سین‌بیوتیک دریافت کردند نسبت به گروه شاهد افزایش طول بدنی بیشتری داشتند (۰/۰۵ > P). اندازه دور سینه و عرض لگن در گوساله‌ها تحت تأثیر سطوح مختلف سین‌بیوتیک قرار نگرفتند (جدول ۳).

طول بدن و ارتفاع جدوگاه به‌عنوان پارامترهای رشد استخوان شناخته می‌شوند، درحالی‌که اندازه دور سینه معیاری برای ارزیابی رشد ماهیچه‌ها، استخوان‌ها و چربی‌ها است که متناسب با وزن بدن است. توجه به عامل وزن و همچنین ویژگی‌های بیومتریک برای بهینه‌سازی کارآیی تولید گوشت در برنامه‌های اصلاح نژاد دام از اهمیت بالایی برخوردار است (Didarkhah and Bashtani, 2018). نتایج این مطالعه نشان داد که افزودن ۴/۵ گرم سین‌بیوتیک موجب افزایش طول بدن و ارتفاع جدوگاه گوساله‌های شیرخوار شده است. مطابق با یافته‌های این پژوهش، شارما و همکاران (Sharma *et al.*, 2018) اثر مثبت پری‌بیوتیک‌ها و پروبیوتیک‌ها بر ارتفاع جدوگاه و دور سینه را به‌دلیل افزایش مصرف ماده خشک و در دسترس بودن مواد مغذی و انرژی گزارش کردند. بااین‌حال، تحقیقات عظیم‌زاده و همکاران (Azimzadeh *et al.*, 2016)، جمالی و همکاران (Jamali

و دیدارخواه و همکاران (Didarkhah and Bashtani, 2018) (et al., 2020) نشان داد که استفاده از سین‌بیوتیک در جیره گوساله‌های شیرخوار تأثیر معناداری بر رشد اسکلتی ندارد که با نتایج این تحقیق تناقض دارد. تفاوت در نتایج می‌تواند به‌دلیل نوع پروبیوتیک‌ها و پری‌بیوتیک‌های مورد استفاده در ترکیب سین‌بیوتیک، به طریقه مصرف سین‌بیوتیک (مخلوط در کنسانتره یا شیر)، ترکیب جیره، دز مصرفی افزودنی، شرایط محیطی، سطح مدیریت و شرایط آزمایش در مزرعه باشد. این نتایج متناقض، ضرورت تحقیقات بیشتر برای درک بهتر اثرات سین‌بیوتیک‌ها بر رشدونمو در گونه‌های مختلف حیوانی را مورد تأکید قرار می‌دهد.

جدول ۳- اثرات سطوح مختلف سین‌بیوتیک بر رشد اسکلتی گوساله‌های شیرخوار هلشتاین

Table 3- Effects of different levels of Synbiotic on skeletal growth of Holstein suckling calves

صفات (سانتی‌متر) Traits (cm)	شاهد Control	۱/۵ گرم سین‌بیوتیک Synbiotic 1.5 g	۳ گرم سین‌بیوتیک Synbiotic 3 g	۴/۵ گرم سین‌بیوتیک Synbiotic 4.5 g	میانگین خطای استاندارد SEM	اثرات معنی‌داری P value
ارتفاع جدوگاه Withers height						
روز تولد Birth day	72.5	72.6	73.5	73.3	0.78	0.120
روز ۴۲ 42 d	82.7[b]	84.2[ab]	83.5[b]	86.1[a]	0.73	0.019
روز ۶۳ 63 d	87.1[b]	86.4[b]	88.9[ab]	91.6[a]	1.23	0.026
طول بدن Body length						
روز تولد Birth day	48.8	48.5	50.0	51.3	0.83	0.321
روز ۴۲ 42 d	61.5	63.6	62.7	63.8	0.82	0.195
روز ۶۳ 63 d	66.7[b]	68.4[ab]	68.6[ab]	70.0[a]	0.71	0.029
دور سینه Heart girth						
روز تولد Birth day	76.7	77.4	79.4	78.1	1.02	0.091
روز ۴۲ 42 d	87.2	88.6	88.7	91.0	1.13	0.157
روز ۶۳ 63 d	94.6	97.8	97.6	98.9	1.50	0.247
عرض لگن Hip width						
روز تولد Birth day	15.4	16.6	14.5	16.5	0.21	0.141
روز ۴۲ 42 d	19.3	19.1	18.3	18.6	0.28	0.085
روز ۶۳ 63 d	20.4	20.6	19.8	21.1	0.32	0.449

در هر ردیف میانگین‌های دارای حروف غیرمشترک از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌دار ($P < ۰/۰۵$) هستند.

In each row, means with different superscript letters are significantly ($P < 0.05$) different.

فراسنجه‌های خونی

نتایج مربوط به برخی فراسنجه‌های خونی گوساله‌های مصرف‌کننده سطوح مختلف سین‌بیوتیک در دوره پیش از شیرگیری در جدول ۴ گزارش شده است. مکمل کردن جیره با سطوح ۳ و ۴/۵ گرم سین‌بیوتیک، غلظت گلوکز خون را در مقایسه با گروه شاهد به‌طور معنی‌داری در ۳۰ و ۶۳ روزگی افزایش داد ($P < ۰/۰۵$). صرف نظر از سطح مصرف، گوساله‌های دریافت‌کننده سین‌بیوتیک نسبت به

گروه شاهد غلظت کلسترول کمتری در ۳۰ روزگی داشتند (P < ۰/۰۵). در ۴۲ روزگی، افزودن ۳ و ۴/۵ گرم سین‌بیوتیک در جیره غلظت پروتئین کل خون را در مقایسه با گروه شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش داد (P < ۰/۰۵). در پژوهش حاضر، غلظت تری‌گلیسرید و نیتروژن اوره‌ای خون در بین تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (P > ۰/۰۵).

جدول ٤– اثر سطوح مختلف سین‌بیوتیک بر متغیرهای خونی گوساله‌های شیرخوار هلشتاین پیش از شیرگیری

Table 4- Effects of different levels of Synbiotic on blood variables of Holstein suckling calves

متغیر Variable	شاهد Control	۱/۵ گرم سین‌بیوتیک Synbiotic 1.5 g	۳ گرم سین‌بیوتیک Synbiotic 3 g	۴/۵ گرم سین‌بیوتیک Synbiotic 4.5 g	میانگین خطای استاندارد SEM	اثرات معنی‌داری P value
			گلوکز (میلی‌گرم در دسی لیتر) Glucose (mg/dL)			
روز ۳۰ 30 d	90.25^{b}	101.12^{ab}	107.00^{a}	106.25^{a}	4.04	0.024
روز ۶۳ 63 d	84.37^{c}	84.50^{c}	98.87^{b}	116.62^{a}	3.91	0.001
			کلسترول (میلی‌گرم در دسی لیتر) Cholesterol (mg/dL)			
روز ۳۰ 30 d	128.00^{a}	112.25^{b}	111.37^{b}	106.12^{b}	4.77	0.019
روز ۶۳ 63 d	139.12	137.87	126.00	136.50	4.64	0.194
			تری‌گلیسرید (میلی‌گرم در دسی لیتر) Triglyceride (mg/dL)			
روز ۳۰ 30 d	30.87	27.50	25.93	29.87	2.43	0.447
روز ۶۳ 63 d	20.80	30.37	29.50	27.62	3.18	0.933
			پروتئین کل (گرم در دسی لیتر) Total protein (mg/dL)			
روز ۳۰ 30 d	6.21^{b}	6.90^{b}	7.80^{a}	7.98^{a}	0.30	0.001
روز ۶۳ 63 d	7.22	7.50	7.03	7.00	0.23	0.449
			نیتروژن اوره‌ای خون (میلی‌گرم در دسی لیتر) Blood urea nitrogen (mg/dL)			
روز ۳۰ 30 d	10.48	10.40	11.01	10.87	0.78	0.949
روز ۶۳ 63 d	10.25	9.63	10.52	11.20	0.67	0.447

در هر ردیف میانگین‌های دارای حروف غیرمشترک از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌دار (P < ۰/۰۵) هستند.

In each row, means with different superscript letters are significantly (P < 0.05) different.

در پژوهشی، زمانی و همکاران (Zamani *et al.*, 2020) گزارش کردند که افزودن دو و چهار گرم سین‌بیوتیک به جیره بره‌های شیرخوار، باعث کاهش غلظت کلسترول و افزایش غلظت گلوکز و پروتئین خون شد که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد. عظیم‌زاده و همکاران (Azimzadeh *et al.*, 2016) نشان دادند که گوساله‌های دریافت‌کننده سین‌بیوتیک، غلظت گلوکز خون را از ۳۰ روزگی تا ۶۵ روزگی افزایش دادند، ولی غلظت آلبومین و پروتئین کل تحت تأثیر قرار نگرفت. افزایش غلظت گلوکز در جیره‌های مکمل‌شده در این مطالعه احتمالاً ناشی از افزایش غلظت پروپیونات در مایع شکمبه و پلاسما است، زیرا پروپیونات پیش‌ساز اصلی گلوکز در فرآیند گلوکونئوژنز می‌باشد. سازوکار این امر این است که مخمر می‌تواند موجب تغییرات در جمعیت میکروبی شکمبه شود، به‌طوری‌که پروتئین

میکروبی افزایش یافته و میزان اوره خون به‌دلیل همبستگی بالا با سطح آمونیاک مایع شکمبه، کاهش می‌یابد. هنگام تخمیر نشاسته به‌وسیله ریزجانداران شکمبه، اسید پروپیونیک به‌عنوان محصول نهایی تولید می‌شود و در کبد به گلوکز تبدیل می‌گردد (Afshar Mazandaran and Rajabi, 2003). سوبستراهای اصلی برای ساخت گلوکز، شامل اسیدهای آلی حاصل از تخمیر، اسکلت کربنی اسیدهای آمینه دی‌آمین شده و گلیسرول حاصل از تجزیه تری‌گلیسریدها هستند. بنابراین، با افزایش فعالیت این باکتری‌ها به‌واسطه مصرف مکمل سین‌بیوتیک، یکی از سوبستراهای اصلی برای به‌وجود آمدن گلوکز که همان پروپیونات است، افزایش یافته و به تبع آن، می‌توان انتظار داشت که غلظت گلوکز خون نیز افزایش یابد (Afshar Mazandaran and Rajabi, 2003).

در این مطالعه، سطح کلسترول سرم با استفاده از سین‌بیوتیک کاهش یافته است که این نتیجه با یافته‌های آنتونویچ و همکاران (Antunović *et al.*, 2006)، توغدری و همکاران (Toghdory *et al.*, 2022) و معرب و همکاران (Moarrab *et al.*, 2016) همراستا می‌باشد. به نظر می‌رسد که سین‌بیوتیک‌ها با مهار سنتز کلسترول، سطح کلسترول خون را تحت تأثیر قرار دهند یا به‌طور مستقیم با کاهش جذب آن، سطح کلسترول را پایین آورند. همچنین، لاکتوباسیل‌ها می‌توانند کلسترول را در غشاء خود جذب کرده و به این ترتیب سطح کلسترول خون را کاهش دهند. برخی از باکتری‌های گرم مثبت مانند *لاکتوباسیلوس* و *بیفیدوباکتر*ها با تجزیه اسیدهای صفراوی، باعث کاهش کلسترول خون می‌شوند (Sadik, 1989). در تضاد با نتایج این تحقیق، معرب و همکاران (Moarrab *et al.*, 2016) بیان کردند که پروتئین کل و آلبومین خون بره‌های شیرخوار تحت تأثیر مصرف سین‌بیوتیک قرار نگرفتند. همچنین مسلمی‌پور و همکاران (Moslemipur and Mostafaloo, 2014) گزارش کردند که غلظت پروتئین کل خون گوساله‌ها تحت تأثیر افزودن پروبیوتیک یا سین‌بیوتیک به آغوز و شیر قرار نگرفته است. پروتئین کل نمایانگر مقدار کل پروتئین‌های موجود در سرم از جمله آلفا، بتا و گاما گلوبولین، آلبومین و ایمونوگلوبولین است. سین‌بیوتیک‌ها با تحریک تکثیر لنفوسیت‌ها می‌توانند تولید ایمونوگلوبولین‌ها را افزایش دهند. میزان پروتئین کل خون با افزایش غلظت ایمونوگلوبولین‌ها در خون، رابطه مستقیم دارد و با افزایش غلظت ایمونوگلوبولین‌ها، غلظت پروتئین کل نیز افزایش می‌یابد (Chamoro, 2009). در تحقیق حاضر، غلظت پروتئین کل خون در گروه‌های ۳ و ۴/۵ گرم سین‌بیوتیک افزایش یافت. این پاسخ ممکن است به این دلیل باشد که سین‌بیوتیک در این آزمایش با افزایش ایمونوگلوبولین‌ها در خون، موجب افزایش پروتئین کل خون شده است.

وضعیت سلامتی

نتایج مربوط به اثرات سطوح مختلف سین‌بیوتیک بر وضعیت سلامتی گوساله‌های شیرخوار در جدول ۵ ارائه شده است. گوساله‌های دریافت‌کننده ۱/۵ و ۴/۵ گرم سین‌بیوتیک، امتیاز مدفوع کمتری در مقایسه با گروه شاهد داشتند. صرف نظر از سطح مصرف، گوساله‌های دریافت‌کننده سین‌بیوتیک نسبت به گروه شاهد، ترشحات چشمی کمتر و همچنین نحوه قرارگیری گوش در این گوساله‌ها وضعیت بهتری داشتند (P < ۰/۰۵). ترشحات بینی و تعداد سرفه تحت تأثیر سطوح مختلف سین‌بیوتیک قرار نگرفت.

جدول ۵- اثر سطوح مختلف سین‌بیوتیک بر وضعیت سلامتی گوساله‌های شیرخوار هلشتاین پیش از شیرگیری

Table 5- Effects of different levels of Synbiotic on health status of Holstein suckling calves

صفات Traits	شاهد Control	۱/۵ گرم سین‌بیوتیک Synbiotic 1.5 g	۳ گرم سین‌بیوتیک Synbiotic 3 g	۴/۵ گرم سین‌بیوتیک Synbiotic 4.5 g	میانگین خطای استاندارد SEM	اثرات معنی‌داری P value
امتیاز مدفوع Fecal score	1.18[a]	1.06[bc]	1.13[ab]	1.04[c]	0.02	0.006
ترشحات چشم Ocular discharge	0.055[a]	0.019[b]	0.00[b]	0.007[b]	0.01	0.003
ترشحات بینی Nasal discharge	0.034	0.030	0.009	0.003	0.01	0.185
وضعیت گوش Ear position	0.059[a]	0.015[b]	0.018[b]	0.009[b]	0.01	0.003
تعداد سرفه Cough score	0.040	0.005	0.007	0.001	0.01	0.206

در هر ردیف میانگین‌های دارای حروف غیرمشترک از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌دار (P < ۰/۰۵) هستند.

In each row, means with different superscript letters are significantly (P < 0.05) different.

نتایج این مطالعه نشان داد که اضافه کردن سین‌بیوتیک به جیره گوساله‌های شیرخوار، وضعیت سلامتی آن‌ها را بهبود بخشید. توغدری

و همکاران (Toghdory *et al*., 2022) گزارش کردند که افزودن پنج گرم سین‌بیوتیک به جیره بره‌های شیرخوار، نمره قوام مدفوع را نسبت به گروه شاهد بهبود داد. عظیم‌زاده و همکاران (Azimzadeh *et al*., 2016) گزارش کردند که افزودن سین‌بیوتیک از سه روزگی تأثیر معنی‌داری بر نمره قوام مدفوع نداشت، امّا از ۳۰ روزگی به کاهش نمره قوام مدفوع در مقایسه با گروه شاهد انجامید. در این مطالعه در تمامی تیمارها نمره قوام مدفوع کمتر از دو بود که براساس نظر تیمرمن و همکاران (Timmerman *et al*., 2005) در محدوده طبیعی برای دام‌های در حال رشد محسوب می‌شود و نشان‌دهنده سلامت و عدم ابتلای دام‌ها به اسهال شدید است. اسهال یکی از مشکلات عمده در گوساله‌های شیرخوار است که می‌تواند منجر به مرگ‌ومیر آن‌ها و تأثیر منفی بر اقتصاد گله شود (Ghosh *et al*., 2011). در مراحل ابتدایی که میزان مصرف خوراک کم است، نمره مدفوع و شدت اسهال تحت تأثیر عوامل فیزیولوژیکی، محیطی، بهداشتی و مدیریتی است و کمتر به نوع و ترکیب جیره خوراکی وابسته است. بااین‌حال، به نظر می‌رسد که اثر سین‌بیوتیک‌ها را باید بیشتر از نظر تأثیر مثبت آن‌ها بر سلامت ارزیابی کرد تا افزایش عملکرد (Krehbiel *et al*., 2003). تغییرات ناگهانی در رژیم غذایی یا شرایط محیطی که به‌عنوان عوامل تنش‌زا شناخته می‌شوند، می‌توانند منجر به عدم تعادل در جمعیت میکروبی روده و افزایش خطر ابتلا به اسهال شوند (Azimzadeh *et al*., 2016). در مطالعه‌ای، مسلمی‌پور و همکاران (Moslemipur and Mostafaloo, 2014) گزارش کردند که افزودن پروبیوتیک‌ها به جیره گوساله تأثیر قابل‌ملاحظه‌ای بر نمره مدفوع و وضعیت سلامتی نداشت. برخی گزارش‌ها نشان می‌دهند که در مطالعاتی که عوامل تنش‌زا وجود نداشته یا کنترل شده‌اند، تأثیر سین‌بیوتیک‌ها در پیشگیری از اسهال مشاهده نشده است (Krehbiel *et al*., 2003).

در مطالعه شارما و همکاران (Sharma *et al*., 2023)، افزودن ترکیب پری‌بیوتیک و پروبیوتیک منجر به کاهش بروز اسهال در گوساله‌های شیرخوار گاومیش شد که این به‌دلیل کاهش تعداد باکتری‌های بیماری‌زای *کلستریدیوم* و *کلی‌فرم‌ها* و همچنین ایجاد شرایط مطلوب برای باکتری‌های مفید دستگاه گوارش و در نتیجه افزایش تعداد لاکتوباسیل‌ها بود. ترکیب *لاکتوباسیلس پلانتاروم* و *باسیلوس سوبتیلی* در خوراک می‌تواند به تعادل فلور روده و جلوگیری از اسهال در گوساله‌ها کمک کند (Lee *et al*., 2012). به گفته کاواکامی و همکاران (Kawakami *et al*., 2011)، ارائه جایگزین‌های شیر به گوساله‌ها که حاوی مخمر و باکتری‌های اسید لاکتیک هستند، به‌شکل قابل‌توجهی باعث افزایش ضریب تبدیل خوراک، کاهش نمره قوام مدفوع شده و از بروز اسهال جلوگیری می‌کند. همچنین، سین‌بیوتیک‌ها ممکن است به بهبود ایمنی روده و عملکرد سد مخاطی روده کمک کنند که این امر می‌تواند در کاهش اسهال نیز مؤثر باشد. افزودن اینولین و *لاکتوباسیلوس کازئی* به‌طور مؤثری وزن بدن و سلامت روده را در بره‌ها با کاهش *کلی‌فرم‌ها* و بروز اسهال بهبود بخشید. در نهایت، پری‌بیوتیک‌ها و پروبیوتیک‌ها می‌توانند از طریق تقویت سیستم ایمنی، کاهش تنش و پیشگیری از اسهال تأثیرات مثبتی داشته باشند (Ayala-Monter *et al*., 2019).

نتیجه‌گیری کلی

استفاده از ۴/۵ گرم سین‌بیوتیک منجر به بهبود عملکرد رشد (وزن نهایی، افزایش وزن روزانه و مصرف خوراک) و رشد اسکلتی (ارتفاع از جدوگاه و طول بدن) در گوساله‌های شیرخوار هلشتاین گردید، امّا ضریب تبدیل غذایی تحت تأثیر مصرف سین‌بیوتیک قرار نگرفت. همچنین، مکمل کردن جیره با سطوح ۳ و ۴/۵ گرم سین‌بیوتیک باعث افزایش غلظت گلوکز و پروتئین کل خون و کاهش غلظت کلسترول شد. مصرف سین‌بیوتیک همچنین به بهبود امتیاز قوام مدفوع و دیگر شاخص‌های سلامتی در گوساله‌ها کمک کرد. در کل، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که این افزودنی سازگار با محیط و سلامت گوساله‌ها می‌تواند به‌عنوان جایگزینی مناسب برای مواد مضرر و دارای عوارض جانبی مانند آنتی‌بیوتیک‌ها عمل کند. بنابراین با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، استفاده از ۴/۵ گرم سین‌بیوتیک دی پرو پلاس در جیره گوساله‌های شیرخوار قابل پیشنهاد است.

References

1. Afshar Mazandaran, N., & Rajabi, A. (2003). Probiotics and Their Application in Livestock and Poultry Nutrition, Second Edition, Nourbakhsh Publications, Iran. Pp. 105-101 (In Persian).
2. Andremont, A., Cervesi, J., Bandinelli, P. A., Vitry, F., & Gunzburg, J. D. (2021). Spare and repair the gut microbiota from antibiotic-induced dysbiosis: State-of-the-art. *Drug Discovery Today*, 26, 2159–2163. https://doi.org/10.1016/j.drudis.2021.02.022.
3. Ansari, M., Kargar, S., Falahati, R., Kanani, M., & Ghaffari, M. H. (2024). Effects of pre-weaning supplementation with fennel seed powder in two terms on growth performance, health status, and blood metabolites of Holstein dairy calves. *Animal Feed Science and Technology*, *308*, 115861. https:// doi.org/10.2139/ssrn.4578035.
4. Antunović, Z., Šperanda, M., Amidžić, D., Šerić, V., Stainer, Z., Domačinović, M., & Boli, F. (2006). Probiotic application in lamb's nutrition. Agriculture. *Animal Sciences and Food Sciences*, *48*(4), 175-180.

5. Arne, A., & Ilgaza, A. (2021). Prebiotic and synbiotic effect on rumen papilla length development and rumen pH in 12-week-old calves. *Veterinary World, 14*, 2883–2888. https://doi.org/10.14202/vetworld.2021.2883-2888.
6. Ayala-Monter, M. A., Hernández-Sánchez, D., González-Muñoz, S., Pinto-Ruiz, R., Martínez-Aispuro, J. A., Torres-Salado, N., Herrera-Pérez, J., & Gloria-Trujillo, A. (2019). Growth performance and health of nursing lambs supplemented with inulin and Lactobacillus casei. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, *32*(8), 1137. https://doi.org/10.5713/ajas.18.0630.
7. Azad, M. A., Gao, J., Ma, J., Li, T., Tan, B., Huang, X., & Yin, J. (2020). Opportunities of prebiotics for the intestinal health of monogastric animals. *Animal Nutrition*, *6*(4), 379-388. https://doi.org/10.1016/j.aninu.2020.08.001.
8. Azimzadeh, V., Assadi-Alamouti, A., Khadem, A., Bagheri Varzaneh, M., & Mohammad Moradi, J. (2016). Effects of supplementation of a symbiotic product on growth performance and health of Holstein calves. *Research on Animal Production*, *6*(12), 105-114. (In Persian).
9. Caffarena, R. D., Casaux, M. L., Schild, C. O., Fraga, M., Castells, M., Colina, R., Maya, L., Corbellini, L.G., Riet-Correa, F., & Giannitti, F. (2021). Causes of neonatal calf diarrhea and mortality in pasture-based dairy herds in Uruguay: A farm-matched case-control study. *Brazilian Journal of Microbiology*, *52*(2), 977-988. https://doi.org/10.1007/s42770-021-00440-3.
10. Chamoro, M. (2009). Environment, dam, management: Factors influencing passive transfer of immunoglobulins to neonatal calves. *Veterinary Quarterly Research Gate*, *12*, 1-7.
11. Chang, M., Wang, F., Ma, F., Jin, Y., & Sun, P. (2022). Supplementation with galacto-oligosaccharides in early life persistently facilitates the microbial colonization of the rumen and promotes growth of preweaning Holstein dairy calves. *Animal Nutrition*, *10*, 223–233. https://doi.org/10.1016/j.aninu.2022.04.009.
12. Didarkhah, M., & Bashtani, M. (2018). Effects of probiotic and peribiotic supplementation in milk on performance and nutrition digestibility in Holstein calves. *Research on Animal Production*, *9*(20), 70-78. https://doi.org/10.29252/rap.9.20.70.
13. Estrada-Angulo, A., Zapata-Ramírez, O., Castro-Pérez, B. I., Urías-Estrada, J. D., Gaxiola-Camacho, S., Angulo-Montoya, C., Ríos-Rincón, F. G., Barreras, A., Zinn, R. A., Leyva-Morales, J. B., & Plascencia, A. (2021). The effects of single or combined supplementation of probiotics and prebiotics on growth performance, dietary energetics, carcass traits, and visceral mass in lambs finished under subtropical climate conditions. *Biology*, *10*(11), 1137. https://doi.org/10.3390/biology10111137.
14. Ghosh, S., Mehla, R. K., Sirohi, S. K., & Tomar, S. K. (2011). Performance of crossbred calves with dietary supplementation of garlic extract. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, *95*(4), 449-455. https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2010.01071.x
15. Hasunuma, T., Kawashima, K., Nakayama, H., Murakami, T., Kanagawa, H., Ishii, T., Akiyama, K., Yasuda, K., Terada, F., & Kushibiki, S. (2011). Effect of cellooligosaccharide or synbiotic feeding on growth performance, fecal condition and hormone concentrations in Holstein calves. *Animal Science Journal*, *82*(4), 543-548. https://doi.org/10.1111/j.1740-0929.2010.00861.x.
16. Jamali, M., Mirzaei Aghjehgheshlagh, F., Seifdavati, J., Navidshad, B., Seyedsharifi, R., & Valizadeh Yonjalli, R. (2020). Effect of different levels of probiotics and organic acid supplements on performance, skeletal growth, nutrition activity, blood and immune metabolites in Holstein calves. *Iranian Journal of Animal Science Research*, *12*(3), 307-322. https://doi.org/10.22067/ijasr.v12i3.79924.
17. Jonova, S., Ilgaza, A., & Zolovs, M. (2021). The impact of inulin and a novel synbiotic (yeast *Saccharomyces cerevisiae* strain 1026 and inulin) on the development and functional state of the gastrointestinal canal of calves. *Veterinary Medicine International*, *201*, 8848441. https://doi.org/10.1155/2021/ 8848441.
18. Kawakami, S. I., Yamada, T., Nakanishi, N., & Cai YiMin, C. Y. (2011). Feeding of lactic acid bacteria and yeast affects fecal flora of Holstein calves. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, *10*, 269–271. https://doi.org/10.3923/javaa.2011.269.271.
19. Krehbiel, C. R., Rust, S. R., Zhang, G., & Gilliland, S. E. (2003). Bacterial direct-fed microbials in ruminant diets: Performance response and mode of action. *Journal of Animal Science*, *81*(14_suppl_2), E120-E132. https://doi.org/10.2527/2003.8114_suppl_2E120x.
20. Khaziakhmetov, F., Khabirov, A., Tagirov, K., Avzalov, R., Tsapalova, G., & Basharov, A. (2020). The influence of “Stimix Zoostim” and “Normosil” probiotics on fecal microflora, hematologic indicators, nutrient digestibility, and growth of mother-bonded calves. *Veterinary World*, *13*(6), 1091. https://doi.org/10.14202/vetwo rld.2020.1091-1097.
21. Kober, A. K. M. H., Riaz Rajoka, M. S., Mehwish, H. M., Villena, J., & Kitazawa, H. (2022). Immunomodulation potential of probiotics: A novel strategy for improving livestock health, immunity, and productivity. *Microorganisms*, *10*, 388.

21. Lee, Y. E., Kang, I. J., Yu, E. A., Kim, S., & Lee, H. J. (2012). Effect of feeding the combination with Lactobacillus plantarum and *Bacillus subtilis* on fecal microflora and diarrhea incidence of Korean native calves. *Korean Journal of Veterinary Service, 35*, 343–346. https://doi.org/10.7853/kjvs.2012.35.4.343.
22. Li, Z., Bai, H., Zheng, L., Jiang, H., Cui, H., Cao, Y., & Yao, J. (2018). Bioactive polysaccharides and oligosaccharides as possible feed additives to manipulate rumen fermentation in Rusitec fermenters. *International Journal of Biological Macromolecules, 109*, 1088-1094. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.11.098.
23. Lucey, P. M., Lean, I. J., Aly, S. S., Golder, H. M., Block, E., Thompson, J. S., & Rossow, H. A. (2021). Effects of mannan-oligosaccharide and *Bacillus subtilis* supplementation to preweaning Holstein dairy heifers on body weight gain, diarrhea, and shedding of fecal pathogens. *Journal of Dairy Science*, *104*(4), 4290-4302. https://doi.org/10.3168/jds.2020-19425.
24. Markowiak, P., & Slizewska, K. (2017). Effects of probiotics, prebiotics, and synbiotics on human health. *Nutrients, 9*, 1021. https://doi.org/10.3390/nu9091021.
25. Moarrab, A., Ghoorchi, T., Ramezanpour, S., Ganji, F., & Koochakzadeh, A. R. (2016). Effect of synbiotic on peformance, intestinal morphology, fecal microbial population and blood metabolites of suckling lambs. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, *6*, 621–628.
26. Moslemipur, F., & Mostafaloo, Y. (2014). Effects of using probiotic and synbiotic in colostrum and milk on passive immunoglobulin transfer rate, growth and health parameters of calf. *Journal of Ruminant Research, 1*(4), 19-30. (In Persian). https://doi.org/20.1001.1.23454253.1392.1.4.2.9.
27. Quigley, J. D., Drewry, V. L., Murray, M., & Ivey, S. J. (1997). Body weight gain, feed efficiency, and fecal scores of dairy calves in response to galactosyl-lactose or antibiotics in milk replacers. *Journal Dairy Science*, *80*, 1751-1754. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76108-3.
28. Sadik, M. F. (1989). Effect of *Lactobacillus concentrate* (LBC) as a new growth promoter on the performance of growing buffalo heifers raised on milk replacer. Doctoral dissertation, M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, Ain Shams University, Cairo, Egypt.
29. Sato, N., Garcia-Castillo, V., Yuzawa, M., Islam, M. A., Albarracin, L., Tomokiyo, M., Ikeda-Ohtsubo, W., Garcia-Cancino, A., Takahashi, H., Villena, J., & Kitazawa, H. (2020). Immunobiotic Lactobacillus jensenii TL2937 alleviates dextran sodium sulfate-induced colitis by differentially modulating the transcriptomic response of intestinal epithelial cells. *Frontiers in Immunology, 11*, 2174. https:// doi. org/ 10. 3389/ fimmu. 2020. 02174.
30. Sharma, A. N., Chaudhary, P., Kumar, S., Grover, C. R., & Mondal, G. (2023). Effect of synbiotics on growth performance, gut health, and immunity status in pre-ruminant buffalo calves. *Scientific Reports*, *13*(1), 10184. https://doi.org/10.1038/s41598-023-37002-6.
31. Sharma, A. N., Kumar, S., & Tyagi, A. K. (2018). Effects of mannan-oligosaccharides and *Lactobacillus acidophilus* supplementation on growth performance, nutrient utilization and faecal characteristics in Murrah buffalo calves. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, *102*, 679–689. https:// doi. org/ 10. 1111/ jpn. 12878.
32. Tang, Z. R., Yin, Y. L., Nyachoti, C. M., Huang, R. L., Li, T. J., Yang, C., Yang, X. J., Gong, J., Peng, J., Qi, D. S., & Xing, J. J. (2005). Effect of dietary supplementation of chitosan and galacto-mannan-oligosaccharide on serum parameters and the insulin-like growth factor-I mRNA expression in early-weaned piglets. *Domestic Animal Endocrinology*, *28*(4), 430-441. https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2005.02.003.
33. Timmerman, H. M., Mulder, L., Everts, H., Van Espen, D. C., Van Der Wal, E., Klaassen, G., Rouwers, S. M. G., Hartemink, R., Rombouts, F. M., & Beynen, A. C. (2005). Health and growth of veal calves fed milk replacers with or without probiotics. *Journal of Dairy Science, 88*(6), 2154-2165. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72891-5.
34. Toghdory, A., Asadi, M., & Ghoorchi, T. (2022). Effect of adding different levels of synbiotic to milk on performance, digestibility, blood parameters and fecal score on Dalaq sucking lambs. *Animal Science Research, 32*(2), 31-46. (In Persian). https://doi.org/10.22034/as.2022.44424.1604.
35. Uyeno, Y., Shigemori, S., & Shimosato, T. (2015). Effect of probiotics/prebiotics on cattle health and productivity. *Microbes and Environments, 30*, 126–132. https://doi.org/10.1264/jsme2.ME14176.
36. Vahedi, V., Balapour, N., Yalchi, T., Seyfzadeh, S., & Seifdavati, J. (2022). Evaluation of the effects of copper nanoxide and celmanax prebiotic on growth performance and blood cell count in Holstein suckling calves. *Iranian Journal of Animal Science Research*, *14*(4), 459-470. (In Persian). https://doi.org/10.22067/ijasr.2022.68668.1006.
37. Wang, H., Yu, Z., Gao, Z., Li, Q., Qiu, X., Wu, F., Guan, T., Cao, B., & Su, H. (2022). Effects of compound probiotics on growth performance, rumen fermentation, blood parameters, and health status of neonatal Holstein calves. *Journal of Dairy Science*, *105*(3), 2190-2200. https://doi.org/10.3168/jds.2021-20721.
38. Zamani, M., Chashnidel, Y., Teymori Yansari, A., Kazemifard, M., & Deldar, H. (2020). effect of yeast riched with mannan oligosacharid and symbiotic on growth performance, blood parameters and carcasses charchtristics in

weaning male zel lambs. *Research On Animal Production, 11*(28), 84-95. (In Persian). https://doi.org/10.52547/rap.11.28.84.
39. Zapata, O., Cervantes, A., Barreras, A., Monge-Navarro, F., González-Vizcarra, V. M., Estrada-Angulo, A., Urías-Estrada, J. D., Corona, L., Zinn, R. A., Martínez-Alvarez, I. G., & Plascencia, A. (2021). Effects of single or combined supplementation of probiotics and prebiotics on ruminal fermentation, ruminal bacteria and total tract digestion in lambs. *Small Ruminant Research, 204*, 106538. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2021.106538
40. Zhang, L., Jiang, X., Liu, X., Zhao, X., Liu, S., Li, Y., & Zhang, Y. (2019). Growth, health, rumen fermentation, and bacterial community of Holstein calves fed *Lactobacillus rhamnosus* GG during the preweaning stage. *Journal of Animal Science*, *97*(6), 2598-2608. https://doi.org/10.1093/jas/skz126.
41. Zhang, R., Zhou, M., Tu, Y., Zhang, N. F., Deng, K. D., Ma, T., & Diao, Q. Y. (2016). Effect of oral administration of probiotics on growth performance, apparent nutrient digestibility and stress-related indicators in Holstein calves. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 100*(1), 33-38. https://doi.org/10.1111/jpn.12338.